

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-36072

(43) 公開日 平成9年(1997)2月7日

(51) Int.Cl.⁴

H 0 1 L 21/304

識別記号

3 2 1

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 21/304

技術表示箇所

3 2 1 M

3 2 1 E

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-187155

(22) 出願日 平成7年(1995)7月24日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 岡嶋 睦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

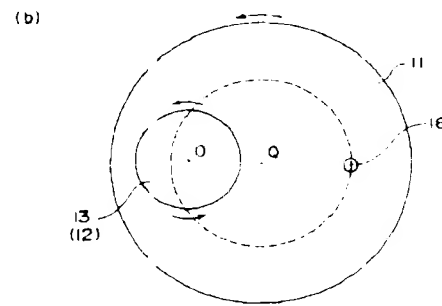
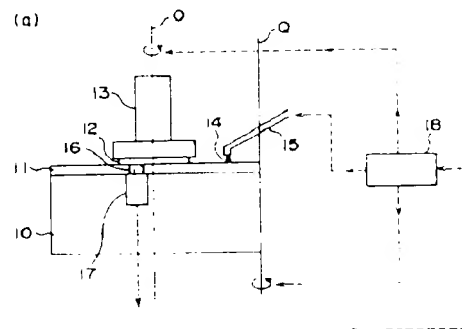
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法および製造装置

(57) 【要約】

【課題】 研磨中の被研磨膜の膜厚あるいは反射率を測定し、所望の膜厚あるいは反射率で研磨を終了させることができる半導体装置の製造方法を提供し、研磨中の被研磨膜の膜厚あるいは反射率を自動で測定し、その測定結果に応じて研磨を制御する機構を有する半導体製造装置を提供する。

【解決手段】 被研磨膜を有するウェハを、研磨クロスを用いて研磨する半導体装置の製造方法において、研磨と同時に、研磨クロス内に設けられた光学的窓を通して、前記研磨クロスの裏面側から、被研磨膜の膜厚あるいは被研磨膜面の反射率を、光学的手段を用いて測定する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被研磨膜を有するウェハを、研磨クロスを用いて研磨する半導体装置の製造方法において、前記研磨クロス内に少なくとも一つの光学的窓を開口し、研磨中にこの窓を通して、前記研磨クロスの裏面側から、被研磨膜の膜厚あるいは被研磨膜面の反射率を、光学的手段を用いて測定することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記光学的手段によって測定した被研磨膜の膜厚あるいは被研磨膜面の反射率が、所定の値に達した時点で研磨を終了させることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記光学的手段によって測定した被研磨膜の膜厚あるいは被研磨膜面の反射率に応じて研磨率を変化させることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 被研磨膜を有するウェハを、研磨クロスを用いて研磨する半導体製造装置において、研磨クロスに少なくともひとつの開口部を備え、この開口の背後に、研磨中に研磨クロスの裏面側から、光学的手段を用いてウェハ表面の被研磨膜の膜厚あるいは被研磨膜面の反射率を測定する測定装置を具備することを特徴とする半導体製造装置。

【請求項5】 研磨クロスの開口部が、測定に用いる光に対して透過率の大きな材料で構成されていることを特徴とする請求項4記載の半導体製造装置。

【請求項6】 研磨中に被研磨膜の膜厚あるいは被研磨膜面の反射率に応じて、スラリー中の研磨剤濃度を変化させる制御装置を具備することを特徴とする請求項4記載の半導体製造装置。

【請求項7】 研磨中に被研磨膜の膜厚あるいは被研磨膜面の反射率に応じて、研磨クロスに張られた底盤の回転速度およびウェハの回転速度を変化させる制御装置を具備することを特徴とする請求項4記載の半導体製造装置。

【請求項8】 研磨中に被研磨膜の膜厚あるいは被研磨膜面の反射率に応じて、研磨クロスに対してウェハに加えられる圧力を変化させる制御装置を具備することを特徴とする請求項4記載の半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体装置の表面を平坦化する方法およびその装置に関し、特に、半導体装置の表面をCMP (Chemical Mechanical Polishing : 化学的機械研磨) 法により平坦化する場合に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置の微細化、高集積化に伴い、半導体装置の表面の段差が問題となってきた。そのため表面を平坦化する方法として、CMP法が注目され

2

ている。以下、従来のCMP法を簡単に説明する。まずCMP装置の研磨クロスを張り替えて研磨を開始する時、研磨率を測定するために、サンプル用のウェハを研磨する。なおサンプル用のウェハの初期膜厚はあらかじめ測定しておく、研磨後の残膜厚と初期膜厚および研磨時間とから、研磨率を算出する、この後のウェハの研磨においては、この研磨率に基づいて、所望の膜厚にするために算出した時間で研磨を行う。

【0003】しかし、CMP法における研磨率は、研磨クロスの表面状態に依存して変動する、そのため、多数枚のウェハを固定された研磨時間だけ研磨すると、研磨率の変動に伴い残膜厚にばらつきが生じるという問題があった。この様なばらつきを最小限に押さえるため、従来のCMP法では、ウェハを数枚研磨する毎に研磨時間の設定を見直す作業を必要としていた。この見直し作業は多大な時間と手間がかかり、装置のスループットを落とす原因となっていた。

【0004】このような問題を解決する方法として、研磨を行うと同時に膜厚の測定を行う方法が提案されている(特開平5-309559号公報)。この方法を図5を用いて簡単に説明する。図5(a)は従来例による研磨装置の断面図、図5(b)は上定盤を除いた平面図である。遊星運動するキャリア112上に保持されたウェハ113が、上定盤111および下底盤111により加圧研磨される。このウェハ113は、研磨加工中に上下の定盤110、111から部分的にオーバーハングし、測定点114において、上下に設置されたレーザ変位センサ115、116を用いてウェハ上下面の位置が検出され、演算処理により膜厚が測定される。

【0005】しかし、この方法では、膜厚測定のためにオーバーハングされたウェハの外周部分はオーバーハングされない他の内周部分に比べて、常に短い時間しか研磨されず、したがって測定部分とその他の部分において、実際には膜厚が異なるという問題がある。さらにこの研磨装置ではウェハ上下面の位置を測定し演算処理により膜厚を測定しているが、例えば干渉を利用して、直接被研磨膜の膜厚を測定する方法に比べて、測定精度が劣る。また、ウェハ上下方向から位置を測定するためにレーザ変位センサを二つ必要とするため、経済効率が悪い。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 このように、従来のCMP装置による研磨方法では、被研磨部分と膜厚測定部分との間に研磨時間の差を生じてしまい、正確な膜厚が測定できず、所望の膜厚で研磨を終了させることは困難であった。

【0007】本発明の第1の目的は、研磨中の被研磨膜の膜厚あるいは反射率を研磨領域内で直接測定し、所望の膜厚あるいは反射率で研磨を終了させることができる半導体装置の製造方法を提供することである。

【0008】本発明の第2の目的は、研磨中の被研磨膜の膜厚あるいは反射率を研磨領域内で自動測定し、その測定結果に応じて研磨を制御する機構を有する半導体製造装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し目的を達成するために、本発明の半導体装置の製造方法はおよそ半導体製造装置は、以下の如く構成されている。本発明による半導体装置の製造方法は、研磨と同時に、前記研磨クロス内に開口された少なくとも一つの光学的窓を通して、前記研磨クロスの裏面側から、被研磨膜の膜厚あるいは被研磨膜面の反射率を、光学的手段を用いて測定することにより、所望の膜厚あるいは反射率で被研磨膜の研磨を終了させることを特徴とする。また本発明による半導体製造装置は、研磨クロス内部に設けられた開口部を通して研磨クロス裏面側から光学的に被研磨膜の膜厚あるいは反射率を研磨中に測定する測定部と、測定結果に応じて、研磨を制御する機構を有することを特徴とする。

【0010】このように、本発明による研磨方法では被研磨膜の膜厚あるいは反射率を研磨中に被研磨領域内で測定するため、膜厚を正確に測定することができ、その結果に応じて研磨を制御するので、常に所望の膜厚あるいは反射率で正確に研磨を終了させることができ、研磨膜厚の制御性の大幅な向上を図ることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1(a)は本発明によるCMP装置の断面図である。CMP装置は底盤10と底盤10上にはられた研磨クロス11と、底盤10の上方に設けられたウェハホルダ13と、スラリー14を研磨クロス11上に供給するスラリー供給管15とを有する。スラリー供給管15からスラリー14が研磨クロス11上に滴下される。ウェハ12はウェハホルダ13により研磨クロス11に対して加圧される。ウェハホルダ13および底盤10がそれぞれ回転し、ウェハ12は研磨クロスおよびスラリー14で研磨される。

【0012】本発明においては、研磨クロス11の一部には光学用センサ窓16が形成されている。なお、この光学用センサ窓16はCMPの研磨特性には影響を与えない程度に十分小さくしなければならない。

【0013】この下には、光学センサ17が底盤10に固定されている。光学センサ17はウェハ12の被研磨膜に光を照射し、その反射光を受光測定し、解析することにより、被研磨膜の膜厚または反射率を検知する。

【0014】この光学センサ17で得られた実測値に応じて、制御装置18は研磨率を変化させる。研磨率を変化させるための制御には例えば次のようないくつかの方法がある。すなわち、第1に制御装置18は底盤10およびウェハホルダ13の回転数を制御することができ

る。また、第2に制御装置18は、例えば純水を用いて希釈率を増減することにより、スラリー14中の研磨剤濃度を制御することかできる。さらに、第3に制御装置18はウェハホルダ13の位置を調節することにより、ウェハ12の研磨クロス11に対する圧力を制御することかできる。またこれらの方法を組み合わせて制御することも可能である。それらの方法により、制御装置18は測定された膜厚または反射率に基づいて、研磨率を調節する。

【0015】なお、図1(a)では光学センサ17は底盤10に一体化して固定されており、底盤10と共に回転するようになっているが、これに限らず、底盤10にも開口部を形成し、光学センサ17は底盤10と別に設置してもよい。

【0016】ところで、光学用センサ窓16はCMPの研磨特性には影響を与えない程度に十分小さく、研磨クロス11内部に形成されなければならない。この様子を図1(b)を用いて説明する。図1(b)は本発明によるCMP装置を上から見た概略図である。光学用センサ窓16は研磨クロス11に比べて、十分に小さく形成されている。さらに、光学用センサ窓16が研磨クロス11と共にQを中心として回転し、ウェハホルダ13により研磨クロス11に加圧されているウェハ12の下を通過する度に、光学センサ17は被研磨膜からの反射光を観測する。

【0017】以下、本発明によるCMP装置を用いた研磨方法について具体的に例を挙げながら説明する。第1の実施の形態として、被研磨膜として例えばW、Al、Cuのような反射率の高い金属膜を使用して、これら金属膜の埋め込み配線を本発明によるCMP装置を用いて形成する場合を、図2を用いて説明すると、図2(a)は層間絶縁膜29に配線用の溝もしくはコンタクトホールを形成した後埋め込み配線材料として金属膜30が堆積された直後の半導体装置の断面図である。この金属膜30を研磨して、図2(b)に示すように埋め込み配線部以外の金属膜を除去し、埋め込み配線部のみに残す場合を考える。

【0018】まず研磨が開始すると同時(時刻 $t=0$)に光学センサ17は反射光の測定を開始する。光学センサ17は底盤10が一回転する度に一回、ウェハの下を通過し、この間にウェハ表面の反射率 R を測定する。

【0019】図2(c)は研磨時間 t に対する表面の反射率の変化を示している。研磨開始当初は堆積された金属膜30が表面全体を覆っているためこの金属膜30の反射率 R が測定される。研磨が進み、埋め込み配線部以外の金属膜が除去されると、光学センサ17はウェハの大部分を占める層間絶縁膜29の反射率 R を測定し、反射率の低下が検知される。制御装置18はこの情報を受けた時点($t=T_c$)で研磨を終了させる。

【0020】この方法によれば、光学センサ17が金属

膜の反射率の低下を常に被研磨領域内で検知するため、埋め込み配線部以外の金属膜が除去される時刻を正確に検知することができ、制御性良く所望の埋め込み形状を得ることができる。

【0021】なお、前記実施の形態では、制御装置18は、埋め込み配線部以外の金属膜が研磨されて反射率の低下が検出された時点で研磨を終了させていたが、第2の実施の形態として、ウェハ面内における金属膜の残りをなくす方法を説明する。この方法では、反射率を常に観測し、埋め込み配線部以外の金属膜が研磨されて反射率の低下が検出された時点よりさらに適切な時間T₁だけ長い時間研磨を行ったのちに研磨を終了させる。このようにすれば、ウェハ面内で金属膜厚にばらつきがある場合でも、金属膜が残ることが無く、配線のショートを防ぐことができる。

【0022】第3の実施の形態として、被研磨膜として層間絶縁膜を想定し、この層間絶縁膜を本発明によるCMP装置を用いた研磨により平坦化する場合を図3を用いて説明する。図3(a)は電極39上に層間絶縁膜40が膜厚X₀で堆積された直後の半導体装置の断面図である。この層間絶縁膜40を所望の膜厚X₁にまで研磨して、図3(b)に示すように平坦化する場合を考える。

【0023】図3(c)は研磨時間tに対する層間絶縁膜40の膜厚xを示している。まず研磨が開始すると同時に時刻t=0に光学センサ17は反射光の測定を開始する。光学センサ17は底盤10が一回転する度に一回ウェハの下を通過し、この間に層間絶縁膜40の膜厚xを測定する。制御装置18はこの情報を受けて、層間絶縁膜40の膜厚が所望の値X₁に達した時点(t=T₁)で研磨を終了させる(実線参照)。

【0024】ところで、研磨クロス表面状態その他の影響により、研磨率は変化することがある。図3(c)中の破線(f)は研磨率が大きい場合、図3(c)中の破線(s)は研磨率が小さい場合をそれぞれ示している。この様に研磨率の変動に対応して、所望の膜厚に達する時刻はそれぞれT_f、T_sのように変化する。本実施の形態の方法によれば残膜厚を被研磨領域内で常に観測しているため、層間絶縁膜40の膜厚が所望の値X₁に達した時点(t=T_f、もしくはT_s)で研磨を終了させることができる。すなわち、研磨率の変動に対応して、研磨時間を増減させることにより、常に所望の膜厚X₁を得ることができる。

【0025】第4の実施の形態として、研磨のスループットを改善し、さらに被研磨膜の膜厚の制御性を向上させる研磨方法について説明する。前記第3の実施の形態と同様に、被研磨膜として層間絶縁膜を使用し、この層間絶縁膜を本発明によるCMP装置を用いた研磨により平坦化する場合を説明する。

【0026】図4は研磨時間tに対する層間絶縁膜40

の膜厚xを示している。実線(a)は本実施の形態に対応し、実線(b)は前記第3の実施の形態に対応している。以下、実線(a)にしたがって説明する。

【0027】まず研磨が開始すると同時に時刻t=0に光学センサ17は反射光の測定を開始する。光学センサ17は底盤10が一回転する度に一回ウェハの下を通過し、この間に層間絶縁膜40の膜厚xを測定する。

【0028】なお、研磨開始当初はスラリー中の研磨剤濃度を高くして、研磨率を大きめに設定しておく。そして層間絶縁膜40の膜厚が所望の膜厚X₁に近い値X₂になった時点T₂で、制御装置18はスラリー14中の研磨剤濃度を低下させ、研磨率を低下させる。そして層間絶縁膜40の膜厚が所望の値X₁になった時点T₁で、制御装置18は研磨を終了させる。

【0029】本実施の形態によれば研磨終了間際の研磨率が小さいために研磨時間のばらつきに対する膜厚のばらつきを小さく抑えることができる。例えば、図4に示すように、研磨時間のばらつきΔTに対する膜厚のばらつきΔX₁は前記第1の実施の形態による膜厚のばらつきΔX₂よりも小さくすることができる。さらに研磨開始当初(t=0~T₂)の研磨率を高く設定しているため、研磨にかかる全体の時間T₁は、前記第1の実施の形態における研磨時間T₁よりも短くて済む。この様に本実施の形態によれば研磨のスループットを改善し、さらに被研磨膜の膜厚の制御性を向上させることができる。

【0030】なお前記第4の実施の形態では、スラリー14中の研磨剤濃度を変えることで、研磨率を変化させたが、これに限らず、底盤10とウェハホルダ13の少なくとも一方の回転数を変化させることにより研磨率を変化させることも可能である。あるいは、ウェハホルダ13の位置を調節することによりウェハ12に加えられる圧力を変化させることで研磨率を変化させることもできる。

【0031】

【発明の効果】本発明による研磨方法によれば、研磨クロス内に開口された光学的窓を通して研磨中にこの研磨クロス裏面側から被研磨膜の膜厚あるいは反射率を測定しているので、従来のCMP装置による研磨方法のように、被研磨部分と膜厚測定部分との間に研磨時間の差が生じることがなく、実際の被研磨膜と等しい膜厚を常に測定することが可能である。したがって、この測定結果に応じて研磨を制御する本発明による研磨方法によれば、従来の研磨方法よりいっそう正確に所望の結果を得ることができる。また、本発明のCMP装置は光学センサを一つしか必要としないため、光学センサを二つ必要としていた従来の方法に比べ、経済効率が優れており、また測定手段をウェハの一方の側に設置すればよいので、装置の構成も簡略化することができる。さらに、本

発明のCMP装置は、例えば干渉による光学的手段を用いて直接被研磨膜の膜厚を測定しているため、精度良く膜厚を測定することができるので、より厳密に研磨の制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明CMP装置の構造を示す図である。

【図2】本発明CMP装置による第1の実施の形態の説明図である。

【図3】本発明CMP装置による第3の実施の形態の説明図である。

【図4】本発明CMP装置による第4の実施の形態の説

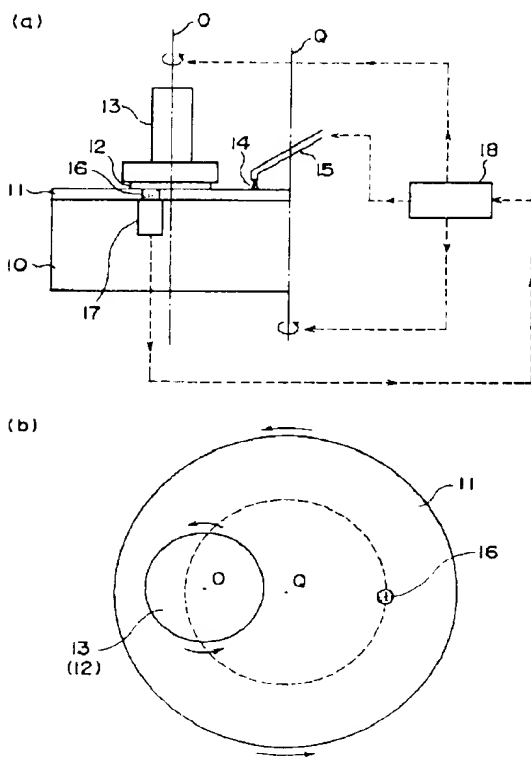
明図である。

【図5】従来のCMP装置を示す図である。

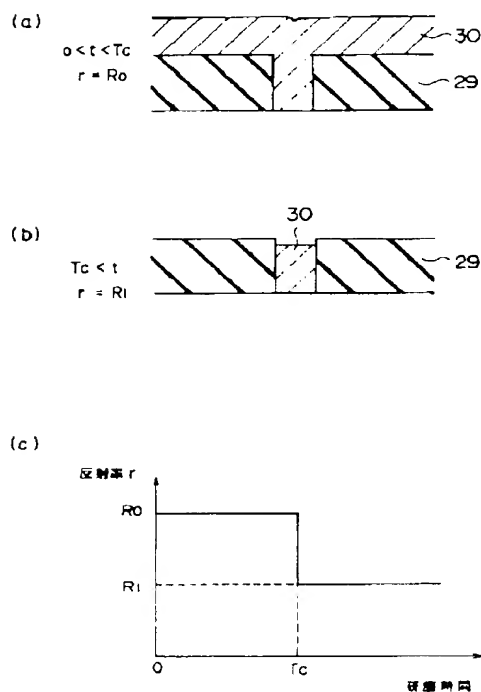
【符号の説明】

O、Q…回転軸、10…底盤、11…研磨クロス、12…ウェハ、13…ウェハホルダ、14…スラリー、15…スラリー供給管、16…光学センサ窓、17…光学センサ、18…制御装置、39…電極、29、40…層間絶縁膜、30…金属膜、110…上定盤、111…下定盤、112…キャリア、113…ウェハ、114…測定部、115、116…レーザ光学センサ。

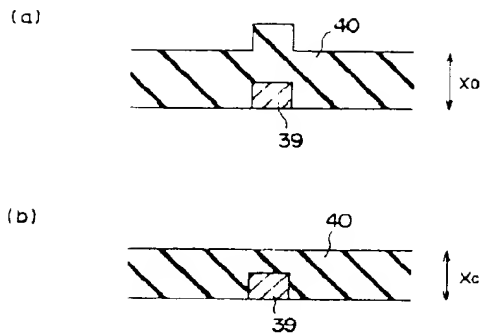
【図1】



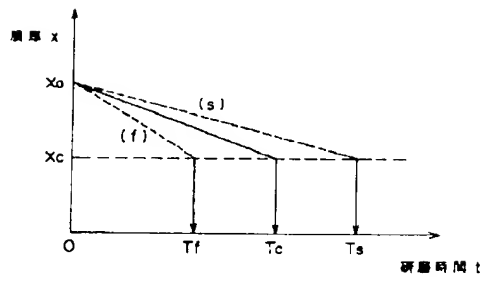
【図2】



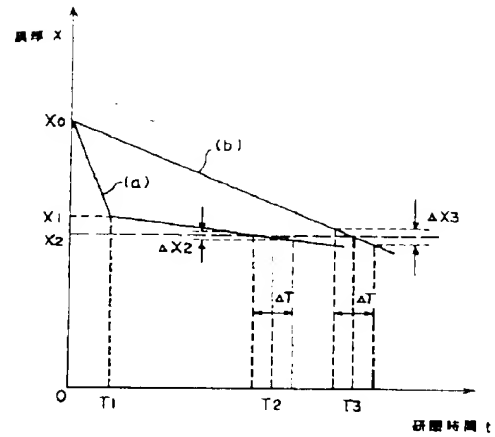
【図3】



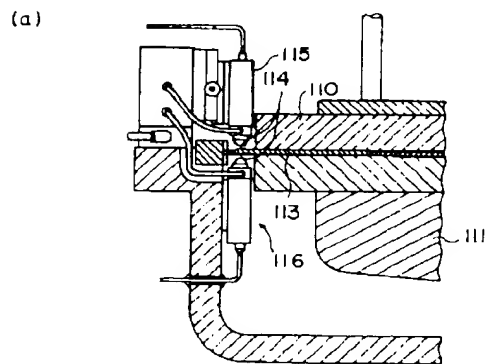
(c)



【図4】



【図5】



(b)

